



---

**Universidad de Valladolid**

FACULTAD DE CIENCIAS

# **Grado en Óptica y Optometría**

MEMORIA TRABAJO FIN DE GRADO

PROTOCOLO DE CAPTURA DE IMAGEN DE OCT PARA  
SCREENING EN PACIENTES DIABÉTICOS

Presentado por: Rubén de Cabo López

Tutelado por: Raúl Martín Herranz

Tipo de TFG: Investigación

En Valladolid a, 31 de Mayo de 2018

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	3
<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN</b> .....	5
<b>CAPÍTULO 2. MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....	6
2.1. Material.....	6
2.2. Metodología.....	6
2.3. Análisis de fiabilidad de la captura de OCT .....	7
2.4. Clasificación de las capturas de OCT.....	7
<b>CAPÍTULO 3. RESULTADOS OBTENIDOS</b> .....	8
3.1. Resultados del análisis de fiabilidad.....	8
3.2. Resultados obtenidos por el OCT.....	11
<b>CAPÍTULO 4. PROTOCOLO DE CAPTURA CON OCT PRIMUS 200, ZEISS</b> .....	12
<b>CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN</b> .....	21
<b>CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES</b> .....	22
<b>CAPÍTULO 7. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	23
<b>ANEXOS</b> .....	24
<b>ANEXO I: POSTER PRESENTADO EN OPTOM 2018</b> .....	24

## **RESUMEN**

### Objetivos

Apenas existen normas y criterios normalizados para la captura de imágenes con tomografía de coherencia óptica (OCT) para su uso en campañas de screening y/o telemedicina. Por tanto, el objetivo de este trabajo es proponer un protocolo estandarizado de captura de imágenes OCT que permita su uso en campañas de screening y telemedicina.

### Material y métodos

Se invitó a pacientes diabéticos de Valladolid a participar en la campaña de screening de retinopatía diabética (RD) en el IOBA en colaboración con el SACYL (Junta de Castilla y León) realizando una retinografía bajo midriasis pupilar (TRC-NW400, Topcon) y un OCT macular (PRIMUS 200, Carl Zeiss) en ambos ojos. Los resultados fueron interpretados por un equipo de oftalmólogos clasificando como "no RD" o "RD".

La fiabilidad de las capturas de OCT se analizaron valorando cuatro parámetros: la señal de intensidad, el centrado macular, realización de medida de espesor macular en las 9 áreas y la calidad de la imagen.

### Resultados

Se analizaron 296 OCTs de los cuales 254 (85,8%) fueron fiables y 42 (14,20%) no. Sin embargo, respecto a las clasificadas como fiables 200 (78,74%) capturas precisaron un centrado manual y sólo 54 (21,26%) estaban correctamente centradas. Las capturas "no fiables" fueron debidas a una señal inferior a la recomendada (54,76%) y a una calidad de imagen insuficiente (45,24%).

### Conclusiones

Los resultados de este trabajo proponen un protocolo estandarizado de captura de OCT que incluye un análisis de la fiabilidad de la imagen tomada para que pueda ser usado en campañas de screening y/o telemedicina, que minimizará errores en la captura y garantizará imágenes de calidad suficiente para su interpretación o lectura.

## **ABSTRACT**

### Objectives

*There are almost no standardized rules and criteria for capture optical coherence tomography (OCT) images to be used screening and/or telemedicine campaigns. Therefore, the aim of this work was to propose a standardized OCT image capture protocol to be used in screening and telemedicine campaigns.*

### Material and methods

*Diabetic patients from Valladolid were invited to participate in the screening campaign for diabetic retinopathy (RD) in IOBA in collaboration with SACYL (Junta de Castilla y León) to conduct a retinography under pupillary mydriasis (TRC-NW400, Topcon) and a macular OCT (PRIMUS 200, Carl Zeiss) in both eyes. The results were interpreted by a team of ophthalmologists classifying as "no RD" or "RD".*

*Reliability of the OCT capture was assessed using four parameters: the intensity signal, macular centering, achievement of macular thickness in all 9 areas, and the quality of the image.*

### Results

*A total of 296 OCTs were assessed. 254 (85.8%) were reliable and 42 (14.20%) were unreliable. Regarding "reliable" images, 200 (78.74%) required a manual centering and just 54 (21.26%) were correctly centered. About unreliable images 54.76% showed a signal inferior to the cut-off value and 45.24% showed an insufficient image quality.*

### Conclusions

*The results of this study propose a standardized protocol to retinal OCT image capture, which include a reliability assessment of the image to guarantee its use in screening and/or telemedicine campaigns that could minimize capture errors and could guarantee enough quality images to be assessed in local and remote (telemedicine) settings.*

## CAPÍTULO 1.- INTRODUCCIÓN

La tomografía de coherencia óptica (OCT) es una prueba de imagen no invasiva que utiliza ondas de luz para tomar fotografías de la sección transversal de la retina (el tejido sensible a la luz que recubre la parte posterior del ojo).<sup>1</sup> Esta técnica permite obtener un análisis in-vivo detallado de la retina central y nervio óptico, y supuso una gran revolución en el diagnóstico y tratamiento de múltiples enfermedades oculares como la DMAE y la retinopatía diabética (RD). El uso de las imágenes OCT para la detección precoz de RD tiene gran interés para la identificación del edema macular, o como posible biomarcador (espesor de fibras ganglionares) para predecir el desarrollo de RD.

Desde el punto de vista clínico, la Diabetes Mellitus (DM) es un grupo heterogéneo de procesos que suceden en el paciente cuya característica común es la hiperglucemia, como resultado de defectos en la secreción de la insulina, generalmente por la destrucción de las células betapancreáticas de origen autoinmunitario en la DM tipo 1, o por una resistencia progresiva a la acción periférica de la insulina, con o sin déficit asociado en la secreción en el caso de la DM tipo 2.<sup>2</sup>

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), en el año 2002 existían alrededor de 3.000 personas con DM por cada 100.000 habitantes en el mundo, produciéndose 190 casos nuevos por año.<sup>2</sup> Esta enfermedad causará en el futuro una auténtica epidemia en los países desarrollados.

La prevalencia en España de la DM aproximadamente es de un 6,2% en pacientes de edades comprendidas entre 30 y 65 años y del 10% en pacientes entre 30 y 89 años. La prevalencia de la RD, una de las complicaciones crónicas de la DM tipo 2 es de un 32% de los pacientes que la padecen.<sup>3</sup>

Por ello es importante realizar estudios de screening de detección precoz de RD en pacientes diabéticos, donde además de analizar una imagen del fondo de ojo puede ser interesante incluir la exploración con otras técnicas no invasivas como la OCT.

Las imágenes capturadas con OCT requieren unos requisitos de calidad que permita su análisis detallado y exhaustivo para poder ser interpretado adecuadamente, y así de esta forma facilitar su uso en campañas de screening y telemedicina en las que no se puede repetir la imagen en el momento de su análisis (ya que este se hace con posterioridad a la captura). En la actualidad no existen apenas referencias y criterios normalizados para realizar la captura de OCT para usar en campañas de screening como ocurre para la realización de retinografías (donde existen varios protocolos como el de 7 campos ETDRS, o el de la Joslin Vision Network).

Por tanto, es necesario establecer un protocolo estandarizado de captura de imágenes OCT que permita su uso en campañas de screening y telemedicina. El objetivo de este trabajo es analizar el uso de la captura de OCT en la campaña de screening de RD durante el año 2017 realizada en el Área Esta de Valladolid, aprovechando la celebración del año de la retina, identificando el proceso necesario para su captura y análisis para establecer un protocolo estandarizado de captura para el OCT.

## CAPÍTULO 2.- MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio fue llevado a cabo en el Instituto de Oftalmobiología Aplicada (IOBA), donde desde Abril hasta Octubre de 2017 se realizó una retinografía y OCT a los pacientes diabéticos del Área Este de Valladolid que no presentasen antecedentes de RD y que fueron derivados desde sus centros de atención primaria aceptando participar voluntariamente en la campaña de screening de RD organizada por el SACYL (Junta de Castilla y León).

La campaña se llevó a cabo por un equipo multidisciplinar comprendido por oftalmólogos del SACYL e IOBA, personal de enfermería, ópticos-optometristas y estudiantes de los grados de Enfermería y de Óptica y Optometría de la Universidad de Valladolid.

### 2.1. MATERIAL

Se realizó una retinografía bajo midriasis pupilar con el retinógrafo TRN – NW400 (Topcon, Japón).

Después se realizó una captura de imagen OCT [PRIMUS 200, Carl Zeiss Alemania (Figura 1)] de la retina central (Macular Thickness).



Figura 1.- OCT PRIMUS 200, Carl Zeiss.

### 2.2. METODOLOGÍA

Los pacientes acudían al IOBA los viernes de cada semana por las tardes y se realizaron las pruebas de imagen (retinografía y OCT) después de dar su consentimiento informado.

Previamente a la captura de imágenes se dilató la pupila con una gota de Tropicamida 10mg/1ml (Colircusi, Barcelona) que es un fármaco de acción ciclopléjica y midriática de instauración rápida y corta duración.<sup>4</sup>

Tras la instilación de la Tropicamida los pacientes esperaron en la sala de espera durante unos 10 minutos para realizar la captura de imágenes:

- Retinografía (Topcon TRN – NW400) centrada en mácula y otra centrada en papila de cada ojo.
- OCT (PRIMUS 200) centrada en fóvea (“Macular Thickness”).

Los datos de imagen se analizaron por un equipo de oftalmólogos expertos, facilitando un informe a cada paciente en el que se indicó la presencia

de RD o no, así como otros posibles hallazgos y las recomendaciones oportunas en cada caso.

### 2.3. ANÁLISIS DE FIABILIDAD DE LA CAPTURA DE OCT

Una vez obtenidos todos los informes de OCT, se realizó un estudio para analizar la fiabilidad de las imágenes capturadas con el OCT. Para ello se analizaron los siguientes 4 aspectos:

- **Señal de Intensidad:** el umbral de intensidad mínimo requerido por el sistema para obtener una buena captura de imagen. El fabricante recomienda un valor de 6 sobre 10 (Figura 2).

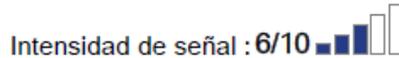


Figura 2.- Detalle de la Intensidad de señal mínima requerida mostrado por el equipo OCT PRIMUS

- **Valor del espesor retiniano en los 9 campos del diagrama macular ETDRS (Early Treatment Diabetic Retinopathy Study):** para considerar que la captura realizada era válida, debía aparecer el valor del espesor foveal en las 9 regiones del mapa macular (Figura 3).

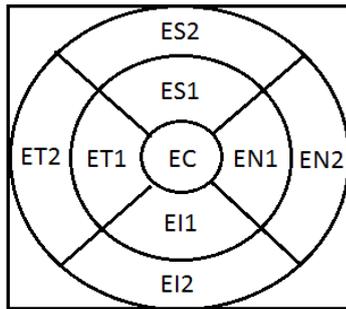


Figura 3.- Diagrama de 9 regiones del mapa macular ETDRS de un Ojo Derecho. Las siglas hacen referencia a: EC: espesor central, EN1: espesor nasal 1, EN2: espesor nasal 2, ET1: espesor temporal 1, ET2: espesor temporal 2, ES1: espesor superior 1, ES2: espesor superior 2, EI1: espesor inferior 1, EI2: espesor inferior 2

- **Centrado:** para considerar que una imagen estaba centrada, el diagrama de las distintas secciones del mapa macular proporcionado por el OCT debía de estar completamente centrado en el recuadro (Figura 3). Las imágenes que no estaban correctamente centradas se centraron de forma manual, registrando el número de capturas que precisaron este centrado.
- **Calidad de imagen:** la imagen debía tener una calidad suficiente que permitiese su análisis, ya que hubo pacientes poco colaboradores que no fijaban (opacidades de medios, etc.) y por tanto la captura tenía una calidad insuficiente para su análisis.

### 2.4. CLASIFICACIÓN DE LAS CAPTURAS DE OCT (SCREENING)

Establecido el criterio para validar la fiabilidad de las capturas, se siguió con la clasificación de éstas. Para su clasificación se registró el código de colores empleado por el fabricante para clasificar la mácula, de tal forma que los colores amarillo fuerte o rojo se clasificaron como “Enfermos” y el color verde, amarillo suave y rosa se clasificaron como “Sanos” (Figura 4).

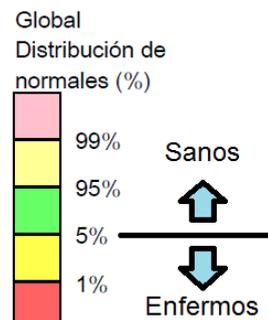


Figura 4.- Patrón de colores

## CAPÍTULO 3.- RESULTADOS

En la campaña de Screening de RD se incluyeron un total de 355 pacientes diabéticos de los cuáles únicamente se pudo realizar el OCT a 148 pacientes debido a que la prueba de OCT se incorporó una vez iniciada la campaña. Se han obtenido imágenes de OCT de un total de 296 ojos de los cuales el 50,68% eran hombres y el 49,32% mujeres, con una edad media de  $68,29 \pm 11,29$  años, rango comprendido entre 25 y 91 años.

### 3.1. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE FIABILIDAD

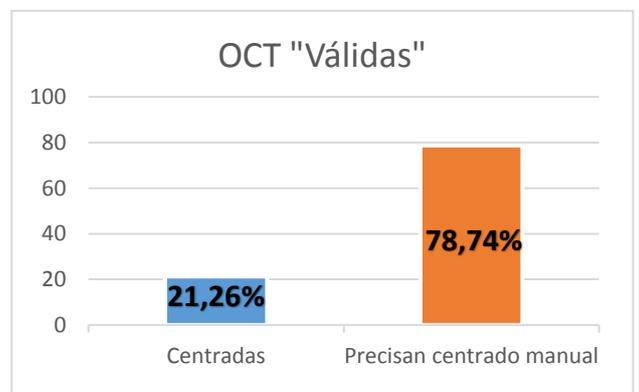
Del total de las 296 OCT capturadas, siguiendo el análisis de fiabilidad obtenemos que 254 (85,8%) eran válidas y 42 (14,20%) no eran válidas.

- **Señal de intensidad:** del total de ojos de los pacientes capturados con el OCT se obtuvo una señal media de  $8,18 \pm 2,39$ . Cuatro (1,35%) de ellos presentaron una señal inferior al umbral mínimo requerido. De las 42 capturas “No válidas”, se encontraron un total de 23 (54,76%) que fueron debidas a una señal inferior a la recomendada.
- **Valor del espesor retiniano en los 9 campos del diagrama macular ETDRS:** en la Tabla 1 se incluye el número de capturas de OCT que se clasificaron como “No válidos”, debido a su falta de fiabilidad (Apartado 2.3).

	Espesor (µm)	Desv. Estándar	Máx (µm)	Min (µm)	Nº Sanos	Nº Enfermos	Nº No válidos
<b>EC</b>	253,18	±78,45	449	69	236	38	22
<b>EN1</b>	311,59	±89,33	518	13	228	48	20
<b>EN2</b>	286,73	±85,04	507	157	237	34	25
<b>ET1</b>	299,06	±86,65	545	30	228	47	21
<b>ET2</b>	258,16	±79,53	464	150	224	44	28
<b>ES1</b>	309	±94,22	852	34	227	48	21
<b>ES2</b>	274,45	±79,74	575	152	218	55	23
<b>EI1</b>	309,74	±91,90	805	64	227	48	21
<b>EI2</b>	265,01	±90,54	555	81	230	32	34

Tabla 1.- Resultados obtenidos en las distintas regiones del diagrama del mapa macular ETDRS

- **Centrado:** De las OCT clasificadas como “Válidas” (254) atendiendo a la señal de intensidad y la calidad de imagen, 200 (78,74%) de ellas estaban descentradas, y que por tanto precisan su centrado manual (Figura 5), y únicamente 54 (21,26%) estaban correctamente centradas (Gráfica 1).



Gráfica 1.- OCT “Válidas” centradas y descentradas

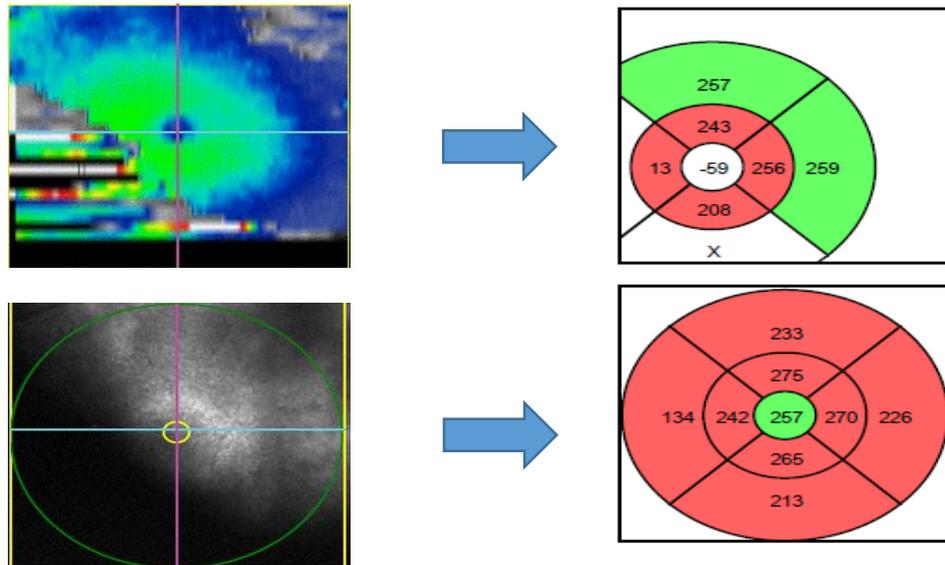


Figura 5.- Ejemplo de una captura de OCT de un paciente que salió descentrada y requirió su centrado manual para el correcto análisis.

- **Calidad de imagen:** se obtuvo que de las 42 OCT clasificadas como “No válidas”, 19 (45,24%) de ellas fueron debidas a una calidad de imagen insuficiente para su análisis. Considerando la colaboración del paciente (si fijaba o no) se obtuvo que el 89,19% de los pacientes eran colaboradores, y el 10,81% no colaboraron.

La Figura 6 muestra ejemplos de imágenes cuya calidad era insuficiente para su análisis.

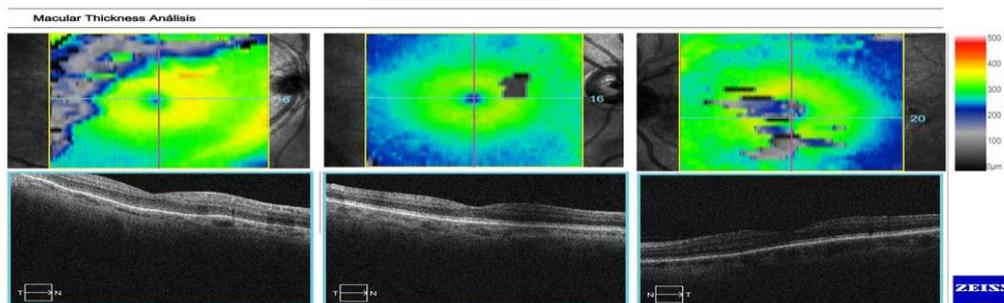


Figura 6.- Ejemplos obtenidos en el estudio con una calidad insuficiente para poder realizar un análisis detallado

En resumen, se obtuvo que del total de las 296 OCT capturadas, 254 (85,8%) fueron válidas y 42 (14,20%) no eran válidas:

- En cuanto a las “Válidas”, 200 (78,74%) precisaron un centrado manual y 54 (21,26%) estaban correctamente centradas.
- De las “No válidas”, 23 (54,76%) fueron debidas a una señal inferior a la recomendada y 19 (45,24%) a una calidad de imagen insuficiente.

En definitiva, con todos los datos analizados, solo 54 tomografías estaban correctamente centradas y fueron consideradas válidas al tener una intensidad de señal mínima adecuada y una calidad suficiente para su análisis.

✓ **Variabilidad en la medida del espesor foveal en capturas centradas vs descentradas:**

Una vez recogidos todos los resultados del análisis de fiabilidad, surgieron varias cuestiones a tratar. Una de ellas que se creyó que era importante estudiar fue el espesor foveal medido por el OCT en capturas centradas y descentradas. Pensamos que si una captura de imagen de OCT no estaba correctamente centrada, el espesor central en la fovea, no estaría bien medido, y los resultados obtenidos cabría esperar que estuvieran sobreestimados al caer en una zona periférica a la depresión foveal. En la Tabla 2 se muestran los valores obtenidos en el estudio estadístico realizado:

<b>Espesor Foveal (µm)</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Límite inferior</b>	<b>Límite superior</b>	<b>Mín</b>	<b>Máx</b>
<b>Centrado</b>	57	255,97±2,26	255,37	256,57	249,16	261,16
<b>Descentrado</b>	219	253,68±28,91	249,83	257,53	137,14	376,12
<b>Total</b>	276	254,15±25,78	251,10	257,21	137,14	376,12

Tabla 2.-Estudio estadístico de los espesores foveales en capturas centradas vs descentradas

Sorprendentemente encontramos que las foveas de las capturas descentradas tienen un espesor más adelgazado que las foveas de las capturas centradas. Esta diferencia entre los valores centrales del espesor es estadísticamente significativa (P= 0,01U de Mann-Whitney). Sin embargo, se aprecia una variabilidad en la medida mucho mayor en las capturas descentradas (desviación estándar de 28,91 µm) que en las centradas (2,26 µm).

✓ **Variabilidad en la señal de intensidad acorde a la experiencia del profesional**

También se creyó importante tratar la variabilidad en la medida acorde a la experiencia del profesional. Se esperó que la señal de intensidad de las capturas tomadas sería mejor a medida que los profesionales cogían experiencia con el manejo del equipo. En la Tabla 3 se muestran los resultados obtenidos del estudio estadístico, donde para clasificar cuándo se tomaron las distintas capturas, se dividió en tres tercios ordenados cronológicamente:

<b>Tercio</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Límite inferior</b>	<b>Límite superior</b>	<b>Mín</b>	<b>Máx</b>
<b>1</b>	88	8,39±1,46	8,08	8,70	1	10
<b>2</b>	93	8,11±1,22	7,86	8,36	5	10
<b>3</b>	99	8,05±1,06	7,84	8,26	5	10
<b>Total</b>	280	8,18±1,25	8,03	8,32	1	10

Tabla 3.-Estudio estadístico de la variabilidad en la señal de intensidad acorde a la experiencia

Se observó que con la experiencia no se mejoró la señal de intensidad, ya que incluso en las medidas del primer tercio realizadas durante los primeros meses de la campaña la señal media era mejor. Si comparamos las medidas de este primer tercio con las del último tercio, vemos que la diferencia es estadísticamente significativa (P=0,02 U de Mann-Whitney). Si bien es cierto que en las primeras medidas, algunas tenían valores extremos de 1, cosa que en las medidas tomadas en el último tercio no pasó en ninguna de ellas, ya que la señal mínima fue de 5.

### 3.2. RESULTADOS OBTENIDOS POR EL OCT

Una vez vistos los resultados del análisis de fiabilidad de las imágenes tomadas se pasó a analizar los resultados obtenidos con el OCT:

- **Espesor foveal:** en los pacientes diabéticos analizados en el estudio se obtuvo que el espesor foveal medio era de  $254,15 \pm 68,58 \mu\text{m}$ , siendo el mayor espesor foveal de  $376,12 \mu\text{m}$  y el menor de  $137,14 \mu\text{m}$ .
- **Grosor del subcampo central:** se obtuvo una media de  $253,10 \pm 78,54 \mu\text{m}$ .
- **Volumen del cubo:** se obtuvo un valor medio de  $10,04 \pm 5,88 \text{ mm}^3$ .
- **Grosor promedio del cubo:** se obtuvo un valor medio de  $270,82 \pm 72,95 \mu\text{m}$ .

Además, la campaña de screening ha detectado 43 pacientes (12,11%) con RD de los cuales uno (0,28%) además presentó edema macular.

Se encontraron otros hallazgos entre los que destacan las opacidades de medios en 31 (8,73%) pacientes, posible DMAE en 10 (2,82%) y también otras alteraciones como drusas aisladas sin alteraciones clínicas, alteraciones del epitelio pigmentario en el área macular, atrofia peripapilar, nevus, miopía magna, membranas epirretinianas, excavaciones con sospecha de glaucoma, hemorragias sin RD, hialosis u oclusiones venosas.

## CAPÍTULO 4.- PROTOCOLO DE CAPTURA CON OCT PRIMUS 200, ZEISS

A partir de los resultados y del análisis de la fiabilidad de las capturas de OCT se propone el siguiente protocolo estandarizado para realizar las capturas de imágenes de OCT, definiendo el compromiso de calidad que permita su correcto análisis e interpretación y facilitando de esta forma su uso en campañas de screening y telemedicina.

### **PASO 1: Agregar nuevo paciente/Seleccionar paciente**

Una vez se ha encendido el equipo, aparece en pantalla el Menú que se muestra en la Figura 7.

Para agregar a un nuevo paciente se debe pulsar en “Agregar”, y a continuación aparece la ventana de la derecha en la que se debe registrar los datos del nuevo paciente (Apellidos, Nombre, fecha de nacimiento, sexo y código ID) (Figura 7).

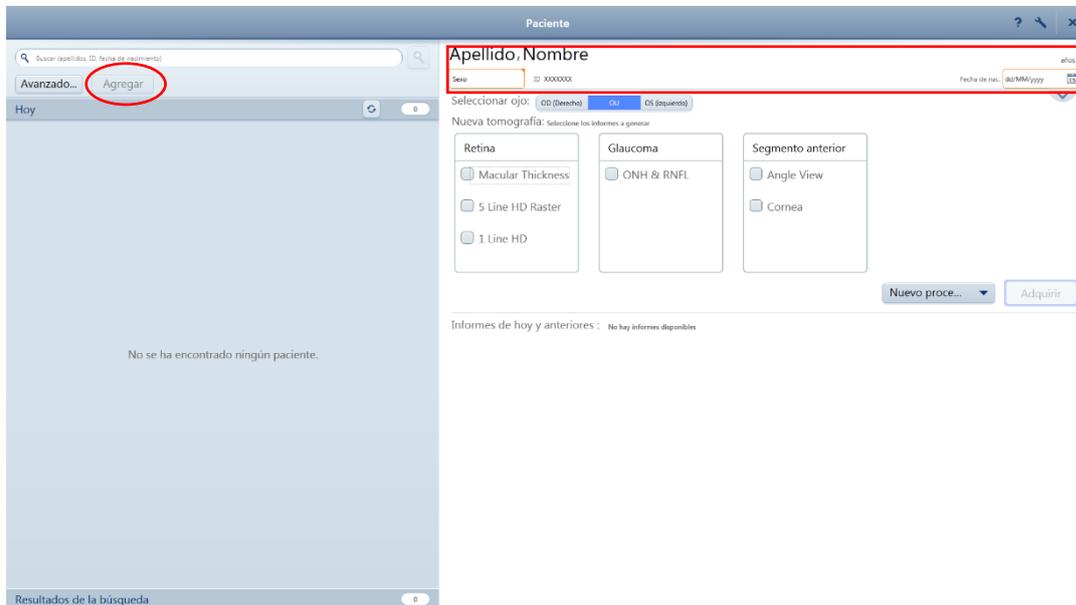


Figura 7.- Agregar nuevo paciente en OCT Primus 200, Zeiss

Para buscar un nuevo paciente que ya existe en la base de datos del OCT, pulsar “Buscar” e introducir el Nombre, Apellidos o código ID del paciente (Figura 8).

### **PASO 2: Selección del tipo de prueba.**

Una vez se ha seleccionado el paciente, hay que elegir qué tipo de prueba se quiere realizar. Para realizar una captura de imagen centrada en fovea, se debe elegir el ojo [OD, OI, o ambos ojos (OU)], y seguidamente pulsar en el recuadro “Retina”, y elegir la modalidad “Macular Thickness”. Una vez seleccionado, pulsar “Adquirir” (Figura 8).

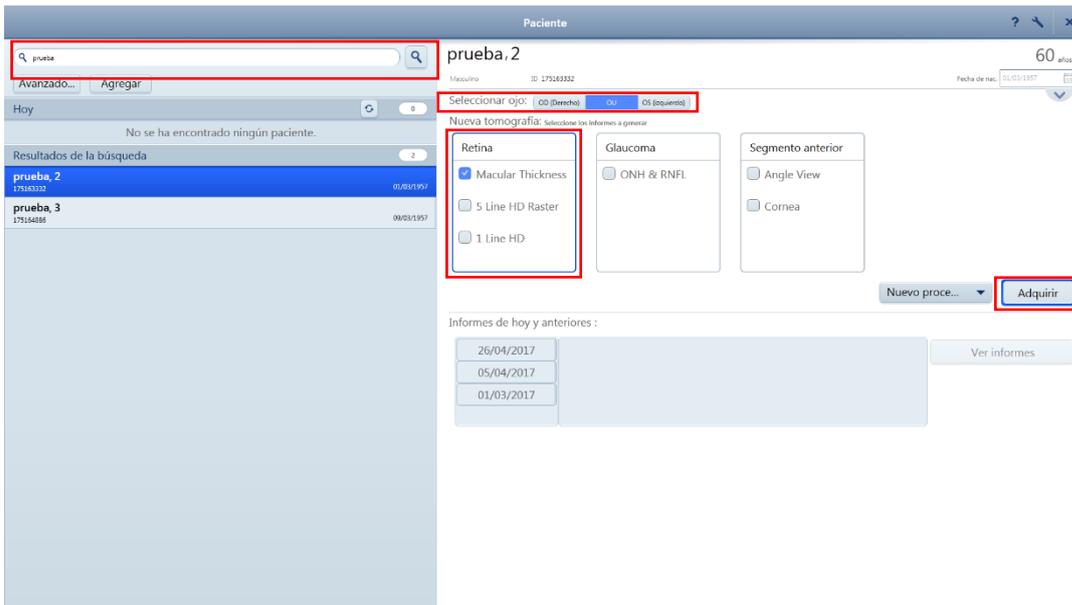


Figura 8.- Búsqueda de paciente y selección del tipo de prueba en OCT Primus 200, Zeiss

### **PASO 3: Captura de la imagen OCT - Macular**

Una vez seguidos los pasos previos, aparecerá la pantalla de captura de la imagen OCT (Figura 9). Para enfocar la retina de manera correcta primero hay que alejar el OCT del ojo del paciente, y moviendo el joystick buscar el reflejo blanco de la pupila. Una vez encontrado el reflejo acercar el equipo manteniendo centrado el reflejo blanco (Figura 9) hasta enfocar en la retina.

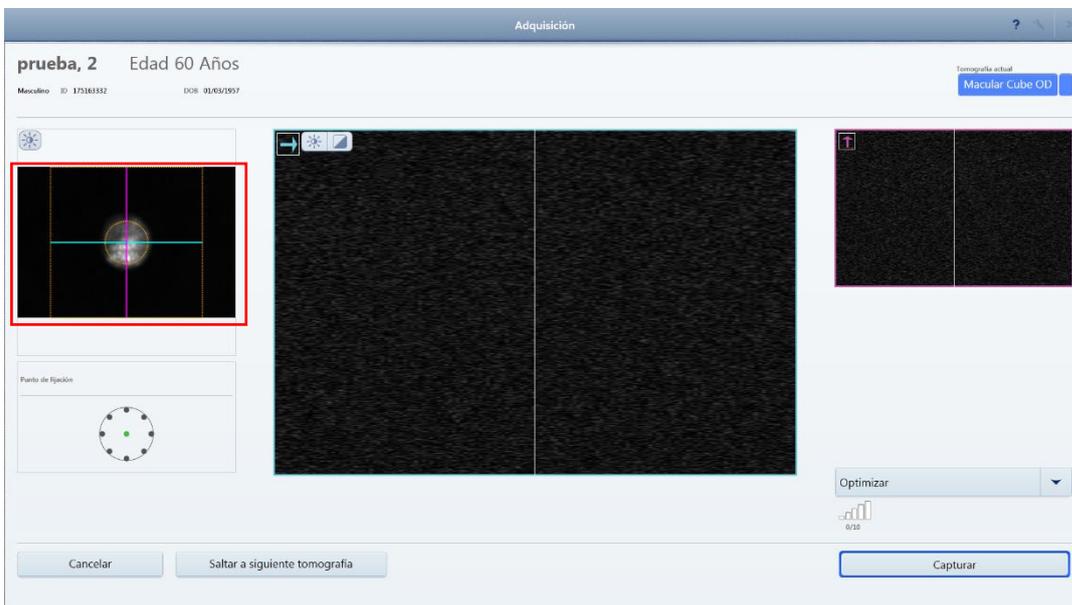


Figura 9- Pantalla de captura de imagen "Macular Thickness" en OCT Primus 200, Zeiss

Una vez enfocada la retina, aparecerá en la imagen central de la pantalla el corte axial de la retina. En este momento es necesario centrar la imagen, de forma que la depresión foveal quede totalmente centrada en el medio de la imagen. Es necesario prestar atención a la señal de intensidad que debe de ser superior a 6. En caso de que la señal no alcance este umbral se debe pulsar la opción "Optimizar" para que el equipo proporcione una imagen mejor que iguale

o supere el umbral de señal de 6 sobre 10. En ese momento se debe proceder a la captura, pulsando en “Capturar” (Figura 10).



Figura 10.- Pantalla de captura de imagen, centrado, optimización y captura (OCT Primus 200, Zeiss)

Una vez capturada la imagen aparecerá en pantalla (Figura 11) y antes de continuar se debe verificar la intensidad de la señal y en caso de no alcanzar el umbral de 6/10 se recomienda repetir la captura, pulsando la opción “Repetición de la tomografía”. En el caso de que la señal de la intensidad sea adecuada seleccionar “Ir a siguiente tomografía” (en caso de precisar la exploración en el otro ojo –opción OU-) o ir a “Saltar a Análisis” en caso de no precisar la captura en el otro ojo (o ya haberla realizado).

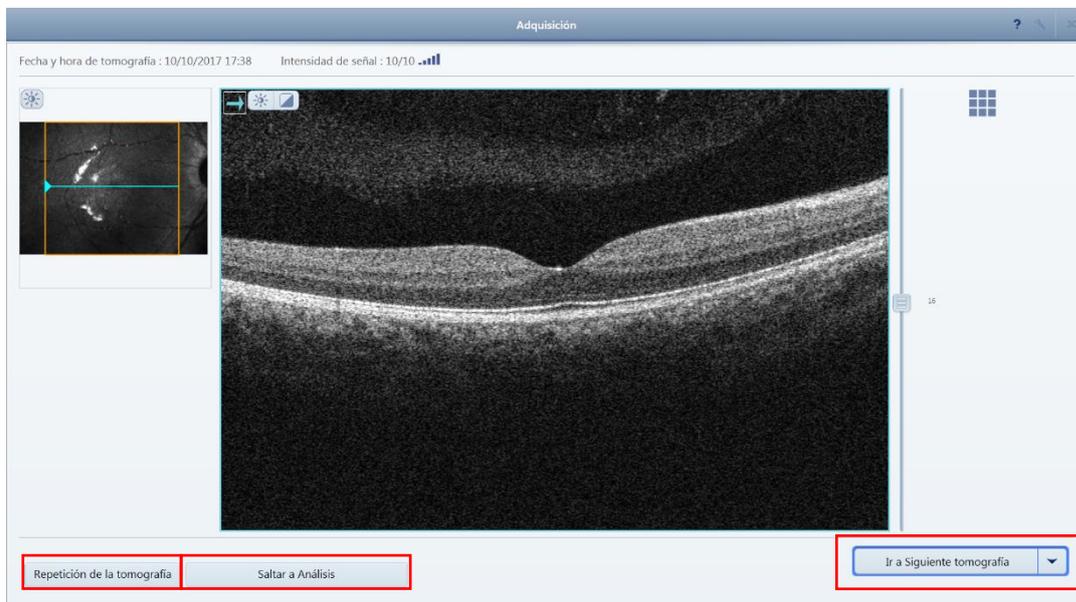


Figura 11.- Pantalla de imagen capturada con OCT Primus 200, Zeiss

### **PASO 4: Análisis y centrado de la imagen OCT – Mácula**

El siguiente paso es el análisis de la imagen capturada para verificar si es fiable para su análisis. Se recomienda verificar:

- a) **Señal de Intensidad:** debe de ser superior a 6/10.
- b) **Valor del espesor retiniano en los 9 campos del diagrama macular ETDRS:** debe aparecer el valor del espesor retiniano en todos los cuadrantes del diagrama (Figura 12).
- c) **Centrado:** la imagen debe de estar correctamente centrada. Si no lo está se debe centrar manualmente.
- d) **Calidad de la imagen:** la imagen debe tener una calidad suficiente para su análisis.

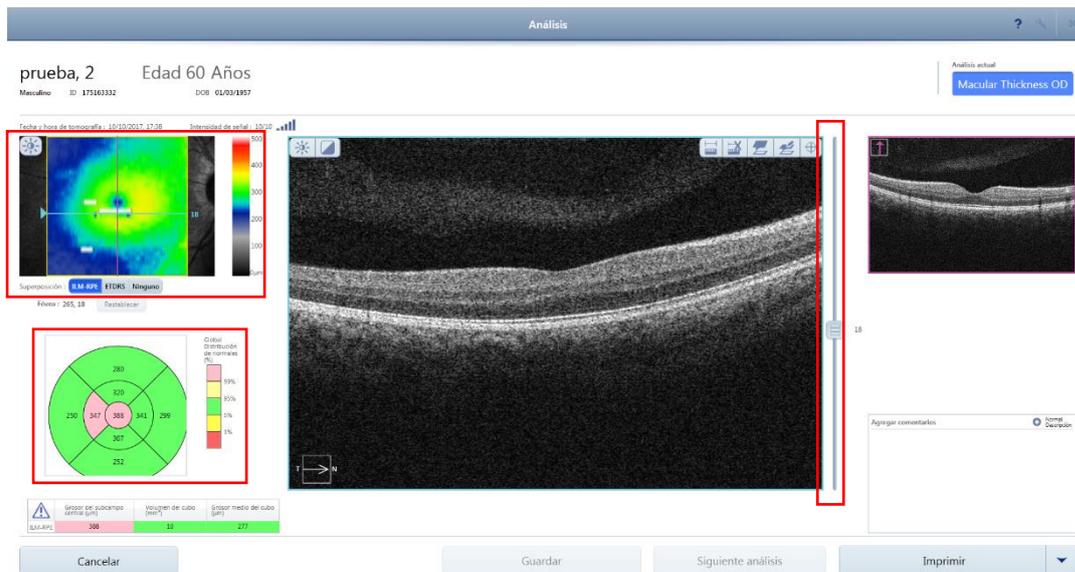


Figura 12.- Análisis de la captura de OCT descentrada, en modalidad “ILM – RPE” (OCT Primus 200, Zeiss)

En la Figura 12 se muestra la pantalla de análisis que proporciona el OCT. Lo primero que se debe analizar es si aparecen todos los valores de espesor en el diagrama macular ETDRS.

Para analizar la calidad de la imagen, fijarse en el código de colores que aparece a la izquierda en la zona superior de la Figura 12 cuando estamos en la modalidad de superposición “ILM – RPE”.

Comprobados estos dos parámetros, centrar la imagen de forma que la depresión foveal quede centrada en la imagen de OCT; para ello es necesario emplear la barra que aparece a la derecha de la imagen (Figuras 12).

Una vez centrada la imagen en la depresión foveal (Figura 13) se debe fijar en el diagrama de las 9 regiones del mapa macular ETDRS (abajo a la izquierda). Si se encuentra descentrado, es esperable que los valores de espesor retiniano puedan ser erróneos. En este caso, se debe centrar manualmente el mapa macular de las 9 regiones en el recuadro, seleccionando en “Superposición” la modalidad “ETDRS”, y arrastrando o desplazando el diagrama que aparece en la imagen de la retina hasta que las 9 regiones se centren correctamente en el recuadro (Figura 14).

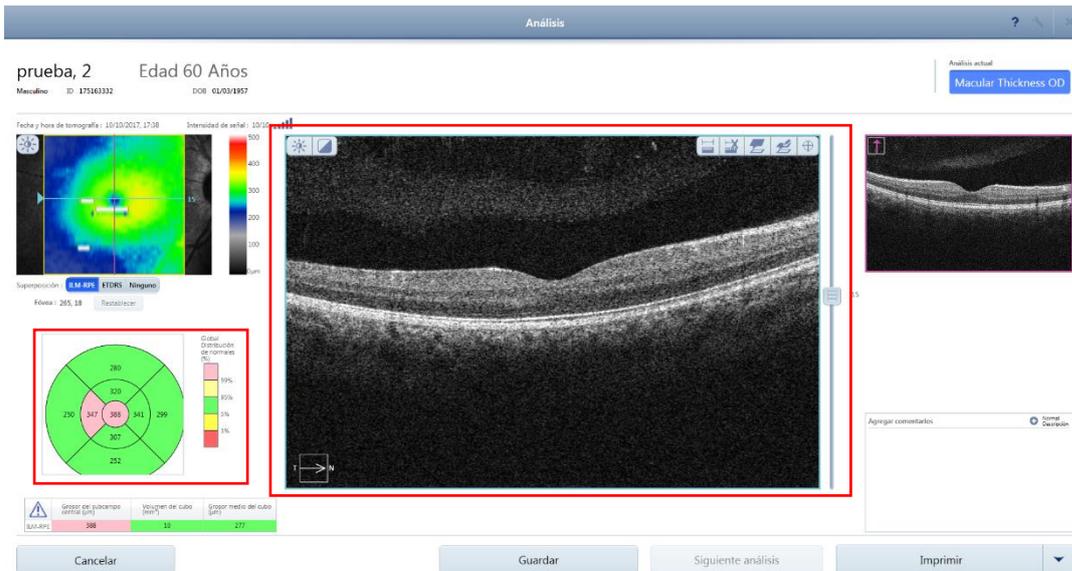


Figura 13.- Análisis de la captura de OCT centrada y diagrama ETDRS descentrado (OCT Primus 200, Zeiss)

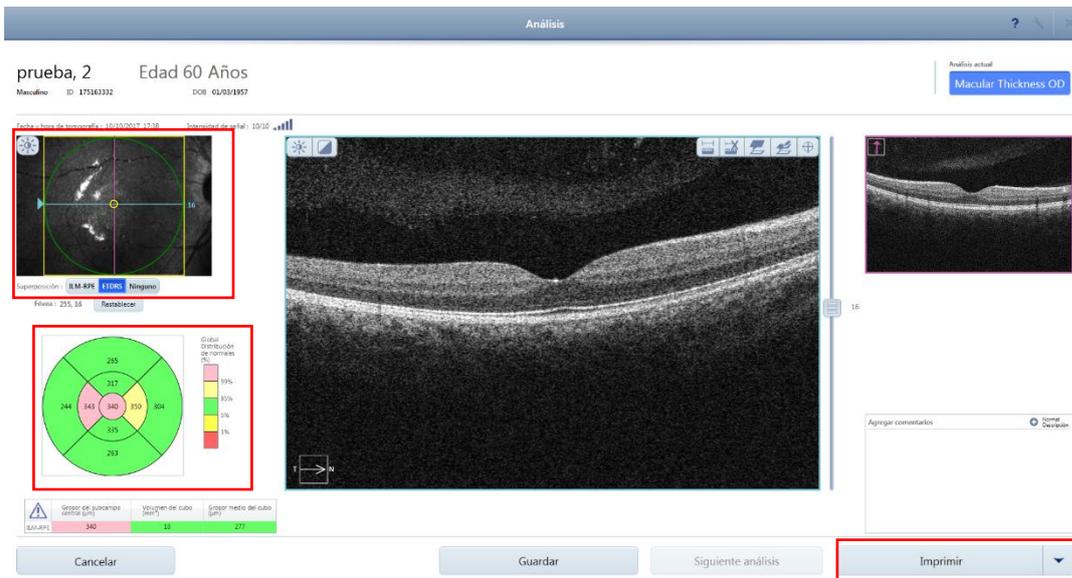


Figura 14.- Pantalla de Análisis en modalidad “ETDRS”, con el diagrama centrado (OCT Primus 200, Zeiss)

### **PASO 5: Reporte de informes**

Una vez centrada correctamente la captura, se procede a analizar los informes para su posterior reporte, ya sea para imprimir o para exportar. En este caso se debe pulsar en “Imprimir” (Figura 14) y directamente aparece en la pantalla el informe generado por el equipo (Figura 15). Si se desea exportar al puerto USB, pulsar en la pestaña “Exportar a USB” que aparece en el margen superior (Figura 15).

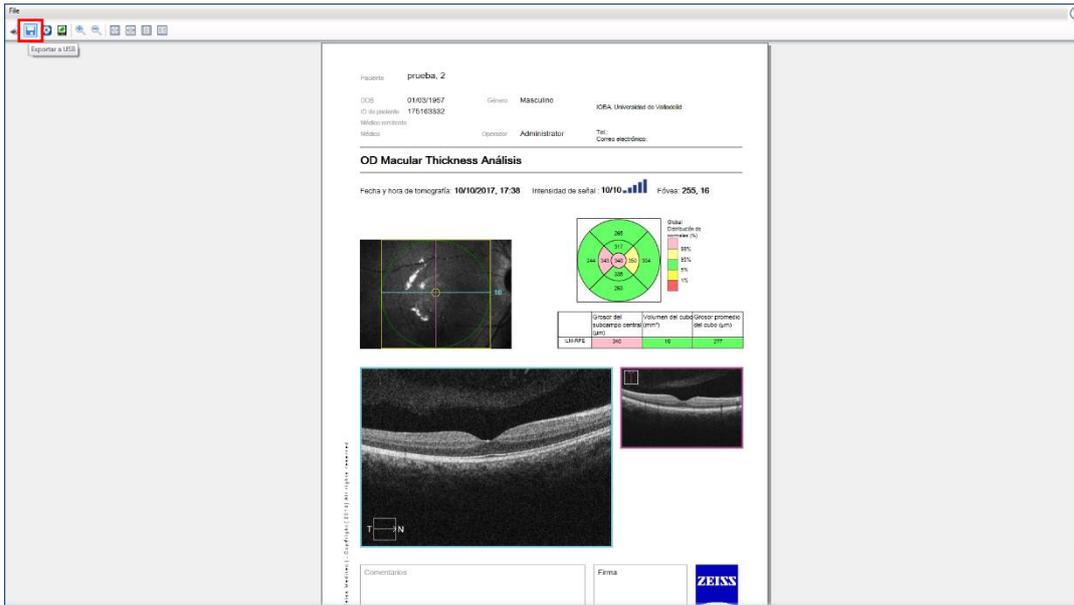


Figura 15.- Informe para reporte generado en OCT Primus 200, Zeiss

### **PASO 6: Captura de la imagen OCT – Nervio Óptico**

En este paso se detalla cómo realizar la captura de una imagen de OCT del nervio óptico. Desde el menú principal se selecciona el paciente (PASO 1) y se selecciona el ojo a explorar [ojo derecho (OD), ojo izquierdo (OI) o en ambos (OU)]. Seguidamente pulsar en la modalidad “Glaucoma”, seleccionar el tipo de prueba “ONH & RNFL” y pulsar “Adquirir” (Figura 16).

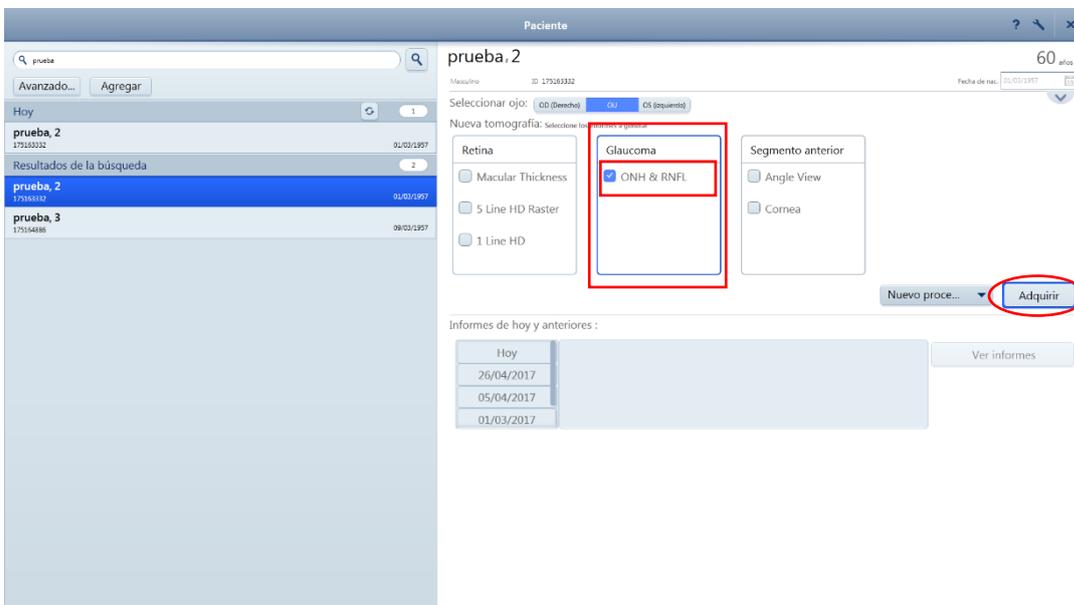


Figura 16.- Selección del tipo de prueba en OCT Primus 200, Zeiss

Enfocar la imagen siguiendo las mismas instrucciones que en el PASO 3 moviendo el joystick alejando el equipo del ojo del paciente hasta identificar el reflejo blanco de la pupila y en ese momento acercar el equipo, manteniendo centrado el reflejo blanco, hasta que aparezca en imagen de la pantalla central un corte axial del nervio óptico (Figuras 17 y 18).

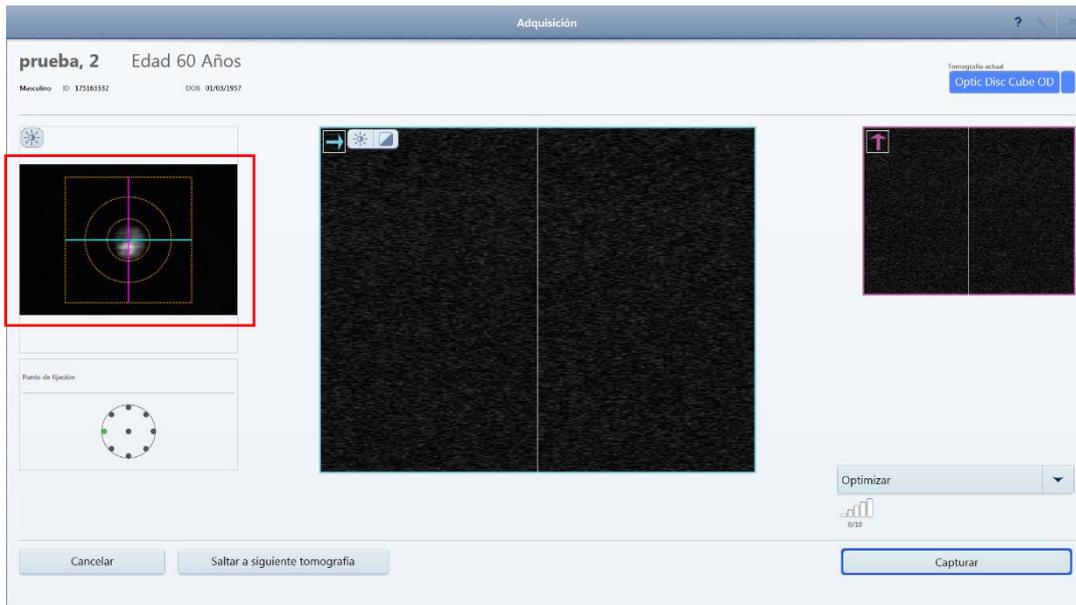


Figura 17.- Pantalla de captura de imagen “ONH & RNFL” con OCT Primus 200, Zeiss

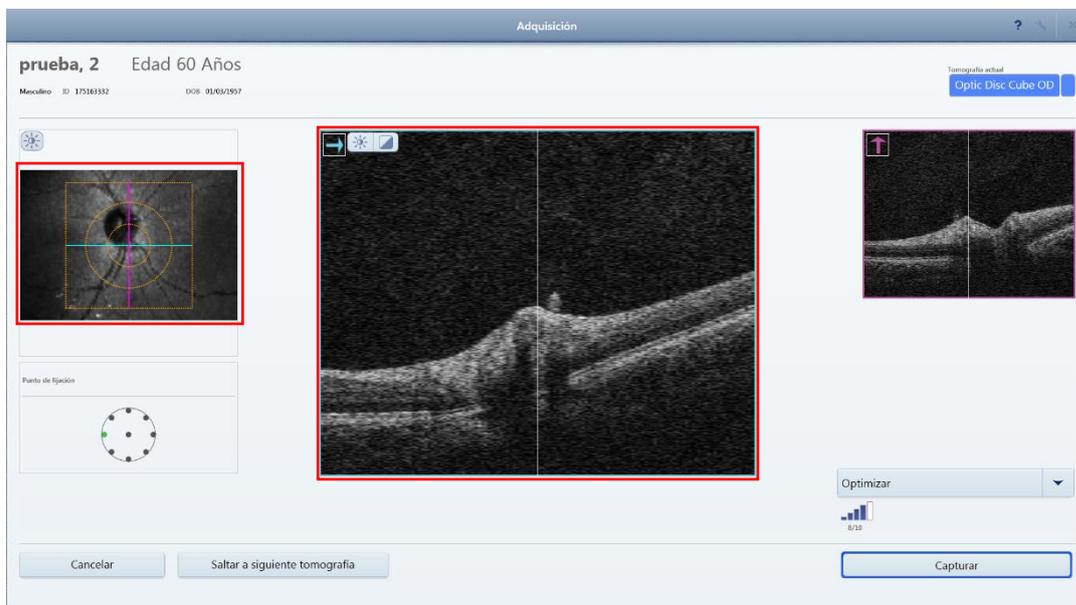


Figura 18.- Pantalla de captura de imagen “ONH & RNFL” con el corte axial del nervio óptico encontrado (OCT Primus 200, Zeiss)

Una vez localizado el corte axial del nervio óptico en la pantalla central, se debe centrar la captura, de forma que en la imagen retinográfica que aparece a la izquierda de la pantalla el nervio óptico quede correctamente centrado en los círculos concéntricos de la retícula. En caso de no conseguir su centrado correcto, y que la señal sea inferior a la requerida (6/10) se recomienda pulsar en “Optimizar” y después de verificar el centrado y la señal pulsar en “Capturar” (Figura 19) para capturar la imagen.



Figura 19.- Pantalla de captura de imagen “ONH & RNFL” centrada y optimizada (OCT Primus 200, Zeiss)

### **PASO 7: Análisis y centrado de la imagen OCT – Nervio Óptico**

Una vez capturada la imagen, se debe verificar su fiabilidad; para ello seguir los mismos pasos que aparecen en el PASO 4. El informe generado de la imagen capturada “ONH & RNFL” es el que aparece a continuación en la Figura 20, el cual se podría reportar siguiendo las instrucciones del PASO 5.

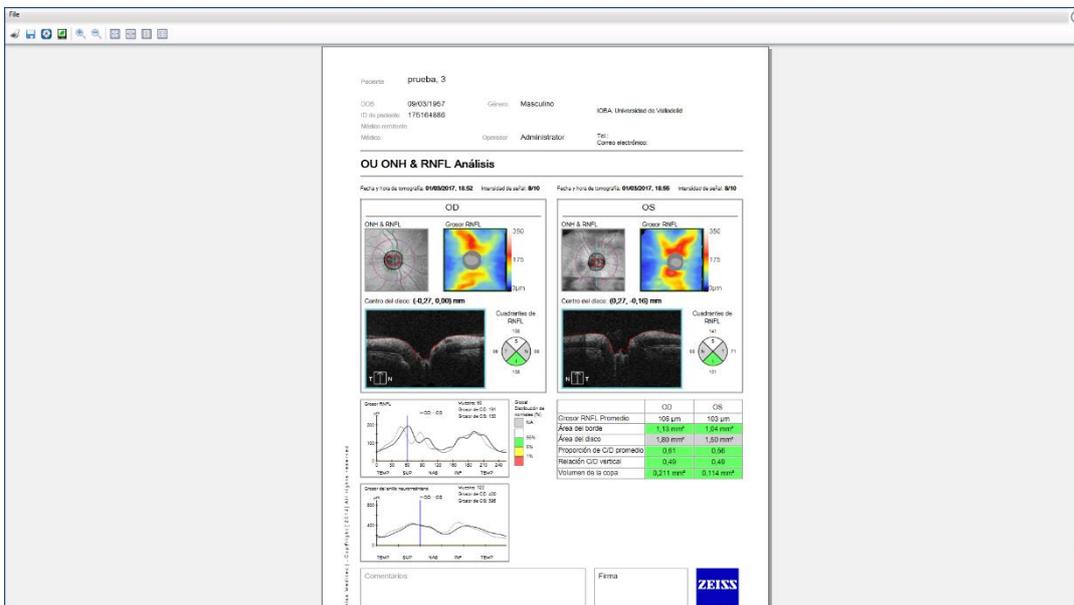


Figura 20.- Informe para reporte generado en OCT Primus 200, Zeiss

### **PASO 8: Cómo ver informes de capturas previas**

Para ver las capturas realizadas con anterioridad, hay que acceder al menú principal, buscar el paciente que se desee bien por Nombre y Apellidos o por su código ID, y pulsar en el paciente (Figura 21).

Después en la pantalla aparecen los informes de las exploraciones realizadas indicando las fechas. Seleccionar el informe deseado en “Ver

informes”. En caso de querer ver más de un informe, mantener pulsada la tecla “Ctrl” y seleccionar los informes deseados (Figura 21).

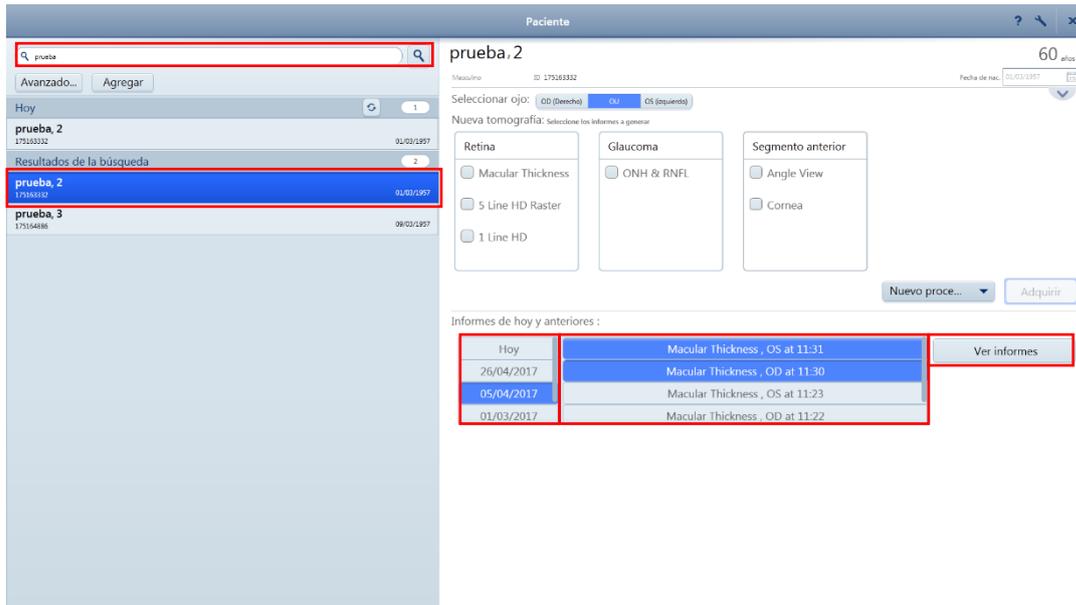


Figura 21.- Pantalla principal, cómo ver informes en el OCT (OCT Primus 200, Zeiss)

## CAPÍTULO 5.- DISCUSIÓN

Tras analizar los resultados obtenidos en este trabajo, el 12% de los pacientes presentan RD. En cambio al analizar las capturas de OCT se encontró sólo una persona con edema macular. Estos resultados sugieren que es necesario valorar si resulta interesante complementar las campañas de screening de RD con la toma de imágenes de OCT ya que supone un mayor coste (los equipos de OCT son caros), y que además requiere un tiempo para realizar las capturas de OCT. Sin embargo, podría ser interesante incluirlo en las campañas de screening y telemedicina, dado que permite realizar un análisis más detallado y podría permitir la detección precoz de otras patologías (como la DMAE, etc.) y no sólo la RD, ya que algunos autores<sup>6</sup> proponen que el espesor macular en diabéticos pueda servir de biomarcador para predecir la aparición de RD. Por tanto, sería interesante disponer de valores normativos de espesor retiniano en sujetos sanos y en diabéticos.

Con los resultados de este trabajo se ha visto que es necesario establecer un protocolo para la captura de OCT debido a que existen diferencias entre los resultados de las capturas “válidas” para su correcto análisis y las que no lo eran. En campañas de screening o telemedicina es necesario garantizar que la imagen tomada tiene una calidad suficiente, puesto que en el momento del análisis no se puede “repetir” la exploración.

Por tanto se propone un protocolo para realizar las capturas de OCT de manera estandarizada y analizar su fiabilidad en el momento de la captura y así garantizar que las capturas tengan la calidad suficiente para su análisis clínico posterior.

Por ejemplo, Solé et al<sup>5</sup> estudiaron el espesor y volumen macular en una población sana de 100 pacientes de  $60,86 \pm 14,01$  años (rango: 29-90 años) realizando una captura en uno de los ojos con el OCT Cirrus (Carl Zeiss Meditec, Dublín, CA) con la modalidad “Macular Cube 512 x 128”.

Estos autores proponen como requisitos de selección de capturas que la señal de intensidad fuese mayor de 5 sobre 10, que estuviera correctamente centrada en mácula y que el paciente no presentase alteraciones retinianas, encontrando y proponiendo sus resultados como referencia en población sana (Tabla 2).

	<b>Pacientes sanos<sup>5</sup></b>	<b>Pacientes diabéticos*</b>
<b>Edad</b>	60,86±14,01	68,29±11,29
<b>Espesor foveal</b>	261,31±17,67	255,96±99,02
<b>Grosor promedio cubo</b>	280,33±10,34	269,80±105,42
<b>Volumen del cubo</b>	10,09±0,37	11,36±6,79

Tabla 2.- Comparativa de resultados entre pacientes sanos y pacientes diabéticos. \* Resultados de este TFG.

Sin embargo, no es fácil comparar resultados de diferentes estudios a pesar de que la edad era similar y encontrar valores muy similares de espesor foveal, grosor promedio del cubo o volumen del cubo. Pero, a pesar de ser equipos de la misma marca comercial (Card Zeiss) el uso de diferentes equipos puede proporcionar medidas diferentes por lo que no es fácil extrapolar los datos de un equipo para otro.

## **CAPÍTULO 6.- CONCLUSIONES**

Los resultados de este trabajo, permiten concluir que la captura de imágenes de OCT requiere un protocolo estandarizado, sobre todo que permita su uso en campañas de screening y telemedicina que evite errores en la captura y garantice imágenes de calidad para su uso clínico.

Apenas existen normas y criterios normalizados para la captura de OCT y por ello, este trabajo ha definido un protocolo estandarizado de captura y análisis de las imágenes de OCT, en el que entre otros aspectos importantes, hay que tener en cuenta la señal de intensidad, el centrado de la imagen y su calidad para clasificar la captura en el momento de su realización y decidir si es correcta o se debe repetir.

En resumen, el protocolo descrito podría mejorar la toma de imágenes de OCT con una fiabilidad y calidad suficiente para su uso en campañas de screening y telemedicina, para la detección de RD u otras alteraciones de la retina.

## BIBLIOGRAFÍA

1. American Academy of Ophthalmology. Tomografía de coherencia óptica. <https://www.aaopt.org/salud-ocular/tratamientos/tomografia-de-coherencia-optica> (12 de marzo de 2014).
2. Ruiz M, Escolar A, Mayoral E, Corral F, Fernández I. La diabetes mellitus en España: mortalidad, prevalencia, costes económicos y desigualdades. *Gac Sanit* 2006; 20(Supl 1): 16.
3. Goday A. *Revista Española de Cardiología: Epidemiología de la diabetes y sus complicaciones no coronarias*. Volume 55, Issue 6, 2002; 657-670.
4. Vademecum. COLIRCUSI TROPICAMIDA. [https://www.vademecum.es/medicamento-colircusi+tropicamida\\_854](https://www.vademecum.es/medicamento-colircusi+tropicamida_854) (3 de diciembre de 2010).
5. L. Solé González, R. Abreu González, M. Alonso Plasencia, P. Abreu Reyes. Espesor y volumen macular normal, mediante tomografía de coherencia óptica de dominio espectral, en nuestra población de referencia. *Elsevier Doyma*. 2013; 88(9): 352-358.
6. U. Frydkjaer-Olsen, R. Soegaard Hansen, T. Peto, J. Grauslund. Structural neurodegeneration correlates with early diabetic retinopathy. *Cross Marc, Springer* 2017.

## ANEXOS

### ANEXO I: PÓSTER PRESENTADO EN OPTOM 2018

La campaña de screening para la detección de RD fue llevada a cabo como ya se mencionó en el trabajo durante el año 2017, año de la Retina.

Aprovechando la celebración del Optom 2018, se pensó en la posibilidad de exponer mediante una comunicación en póster los primeros resultados que obtuvimos de la campaña. Por ello se presentó la solicitud y aceptaron la comunicación.

Fue una experiencia muy agradable y satisfactoria, donde pude aprender mucho de otros grandes profesionales de nuestro sector, compartir experiencias, opiniones e investigaciones realizadas por otros ponentes.

A continuación se muestran los Póster que se expusieron en el Optom 2018:

#### PROTOCOLO DE CAPTURA DE IMAGEN DE OCT PARA SCREENING EN PACIENTES DIABÉTICOS

Rubén de Cabo López<sup>1,2</sup>, Verónica Velasco González<sup>1,2,5</sup>, Raúl Martín Herranz<sup>1,2,4,5</sup>, Grupo de Screening Retinopatía Diabética\*

1. Grupo de Investigación en Optometría, Instituto Universitario de Oftalmobiología Aplicada (IOBA), Universidad de Valladolid  
2. Departamento de Física Teórica, Atómica y Óptica (TAO), Universidad de Valladolid  
3. Facultad de Enfermería, CESME, Universidad de Valladolid, España  
4. Faculty of Health and Human Sciences, Plymouth University, Plymouth (Reino Unido)  
5. Equipo multidisciplinar de profesionales del SACYL de la Junta de Castilla y León y de la Universidad de Valladolid\*

#### PROTOCOLO DE CAPTURA DE IMAGEN DE OCT PARA SCREENING EN PACIENTES DIABÉTICOS

Rubén de Cabo López<sup>1,2</sup>, Verónica Velasco González<sup>1,2,5</sup>, Raúl Martín Herranz<sup>1,2,4,5</sup>, Grupo de Screening Retinopatía Diabética\*

1. Grupo de Investigación en Optometría, Instituto Universitario de Oftalmobiología Aplicada (IOBA), Universidad de Valladolid  
2. Departamento de Física Teórica, Atómica y Óptica (TAO), Universidad de Valladolid  
3. Facultad de Enfermería, CESME, Universidad de Valladolid, España  
4. Faculty of Health and Human Sciences, Plymouth University, Plymouth (Reino Unido)  
5. Equipo multidisciplinar de profesionales del SACYL de la Junta de Castilla y León y de la Universidad de Valladolid\*

#### 1 Introducción y Objetivos

La tomografía de coherencia óptica (OCT) es una técnica no invasiva que permite un análisis in-vivo detallado de la retina central y nervio óptico. La captura de imágenes OCT requiere un compromiso de calidad que permita su análisis e interpretación adecuada y facilite su uso en campañas de screening y telemedicina, de lo cual en la actualidad apenas existen referencias y criterios normalizados para realizar su captura. Por ello, el objetivo de este trabajo es la propuesta y el análisis de un protocolo estandarizado de captura de OCT que permita su uso en campañas de screening y telemedicina. El uso de las imágenes OCT para la detección precoz de Retinopatía Diabética (RD) tiene gran interés para la identificación del edema macular, o como posible biomarcador (espesor de fibras ganglionares) para predecir el desarrollo de RD.

#### 2 Material y métodos

Desde abril de 2017 se invitó a pacientes diabéticos del Área Este de Valladolid a participar en la campaña de screening de RD acudiendo al IOBA donde se realizó una retinografía bajo midriasis pupilar (TRC-NW400, Topcon) y un OCT macular (PRIMUS 200, Carl Zeiss (Fig. 1)) en ambos ojos.

Los resultados fueron interpretados por un equipo de oftalmólogos clasificando a los pacientes como "RD" o "No RD".

En cuanto al OCT, se ha definido un protocolo de captura y se han analizado las imágenes, identificando su fiabilidad valorando la señal, centrado macular y calidad de la imagen. Con ello se han identificado los criterios necesarios para garantizar una captura adecuada en campañas de screening de RD.



Figura 1

#### 3 Resultados

El análisis de fiabilidad de captura de OCT encontró una señal de 8,20±2,83, con un 2,14% de las capturas por debajo del umbral mínimo requerido fijado en un valor de 6. 125 OCT (80,1%) fueron "Válidos", mientras que 31 OCT (19,9%) fueron "No Válidos" (Fig. 4). De las 125 OCT "Válidas", 97 (77,6%) mostraron un descentramiento macular que precisaba de su centrado manual (Fig. 5) y 28 (22,4%) estaban correctamente centrados.

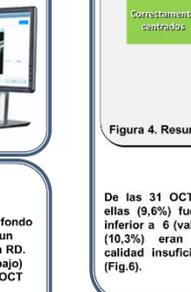


Figura 4. Resumen de la fiabilidad de las capturas de OCT.

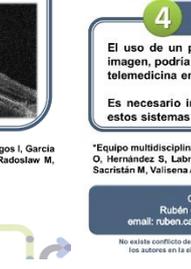


Figura 5.- Ejemplo de una captura de OCT de un mismo paciente que mostró descentramiento (Arriba) y precisó centrado manual (Abajo)

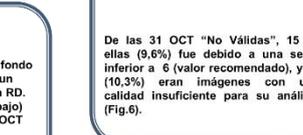


Figura 6 (abajo).- Ejemplos de captura con una calidad insuficiente para su análisis

De las 31 OCT "No Válidas", 15 de ellas (9,6%) fue debido a una señal inferior a 6 (valor recomendado), y 16 (10,3%) eran imágenes con una calidad insuficiente para su análisis (Fig.6).

#### 3 Resultados

Se exploraron 148 pacientes en la campaña de detección de RD.

Pero se realizó el OCT solo a 78 pacientes (156 ojos), con una edad media de 68±10 años (de 39 a 90 años).

El 47% fueron hombres y 53% mujeres.

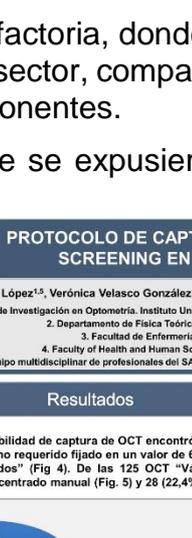


Figura 2 (Izq) fondo de ojo de un paciente con RD. Figura 3 (Abajo) imagen del OCT

Se identificaron 19 pacientes con RD (Fig. 2) y uno de ellos (0,7%) con edema macular (Fig. 3).

#### 4 Conclusiones

El uso de un protocolo estandarizado de captura y análisis de OCT, incluye el análisis de la señal y centrado de la imagen, podría permitir tomar imágenes de mayor confianza para mejorar su utilidad en campañas de detección precoz y telemedicina en pacientes diabéticos.

Es necesario implementar sistemas de certificación en la captura y análisis de la imagen para mejorar la eficacia de estos sistemas de telemedicina.

\*Equipo multidisciplinar de profesionales tanto de SACYL como de la Universidad de Valladolid: Catalina D, Daniel C, Di-Lauro S, Galindo C, Gallegos I, García O, Hernández S, Labrador S, Lisandro JC, López-Gálvez MI, Manco F, Marcos M, Martín Y, Mena L, Ortega A, Pastor JC, Pastor S, Pérez A, Rostadov M, Sacristán M, Valisena A, Villarreal P.

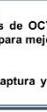
Contacto: Rubén de Cabo López  
email: ruben.cabo.lunees@gmail.com



No existe conflicto de intereses por parte de ninguno de los autores en la elaboración del presente estudio.

\*Equipo multidisciplinar de profesionales tanto de SACYL como de la Universidad de Valladolid: Catalina D, Daniel C, Di-Lauro S, Galindo C, Gallegos I, García O, Hernández S, Labrador S, Lisandro JC, López-Gálvez MI, Manco F, Marcos M, Martín Y, Mena L, Ortega A, Pastor JC, Pastor S, Pérez A, Rostadov M, Sacristán M, Valisena A, Villarreal P.

Contacto: Rubén de Cabo López  
email: ruben.cabo.lunees@gmail.com



No existe conflicto de intereses por parte de ninguno de los autores en la elaboración del presente estudio.